

**Emergency roller bearing**

No. Publication (Sec.) : DE19729450  
Date de publication : 1999-02-04  
Inventeur : HAENDEL MANFRED (DE); OFFER RICHARD (GB); TREVOR MORRIS (GB)  
Déposant : FAG AIRCRAFT GMBH (DE)  
Numéro original : ☐ DE19729450  
No. d'enregistrement : DE19971029450 19970710  
No. de priorité : DE19971029450 19970710  
Classification IPC : F16C33/62 ; F16C33/30 ; F04D19/04 ; F04D29/04 ; F16C33/60  
Classification EC : F16C33/32, F04D19/04F, F04D29/04, F16C19/16, F16C33/60, F16C33/62  
Brevets correspondants : ☐ JP11117942

**Abrégé**

The emergency roller bearing assembly has at least one unit as a single- or double-race ball bearing with a one- or two-piece race ring (10,11). The balls (12) are of a ceramic material and the race rings (10,11) are of a high alloy chrome steel with resistance to corrosion. The bearing structure is flanked by cover discs (13) to form the two-part race ring into a single component. The bearing has a dry lubricant and/or the race rings (10,11) have a hard cladding.

Données fournies par la base d'esp@cenet - I2

**This Page Blank (uspto)**



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenl gungsschrift**  
⑩ **DE 197 29 450 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>6</sup>:  
**F 16 C 33/62**  
F 16 C 33/30  
F 04 D 19/04  
F 04 D 29/04  
F 16 C 33/60

②① Aktenzeichen: 197 29 450.2  
②② Anmeldetag: 10. 7. 97  
④③ Offenlegungstag: 4. 2. 99

DE 197 29 450 A 1

⑦① Anmelder:

FAG Aircraft/Super Precision Bearings GmbH,  
97421 Schweinfurt, DE

⑦② Erfinder:

Händel, Manfred, 85604 Zorneding, DE; Trevor,  
Morris, Plymouth, GB; Offer, Richard, Ivybridge, GB

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

DE-PS 3 38 588  
DE-GM 17 79 254  
EP 04 46 723 A1

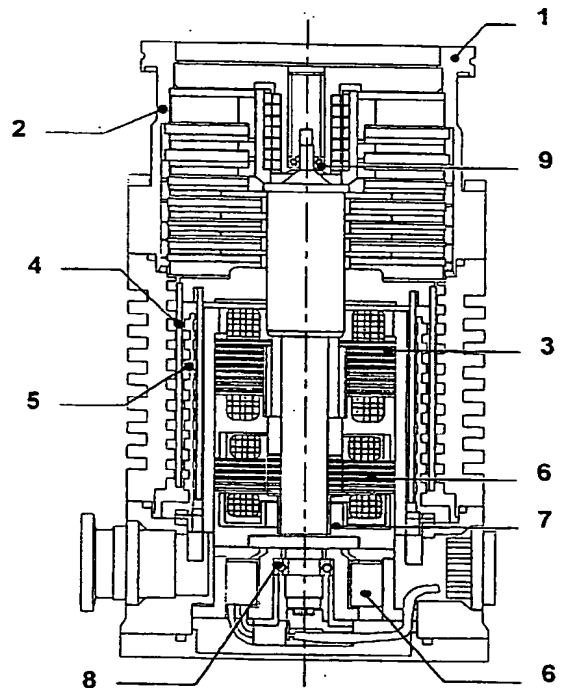
JP 63-140120 (A). In Pat. Abstr. of Japan,  
M-754 Oct. 14, 1988 Vol. 12/No. 386;  
JP 62-141314 (A). In Pat. Abstr. of Japan,  
M-647 Dec. 2, 1987 Vol. 11/No. 368;

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Wälzlager, insbesondere Notlager für magnetisch gelagerte Vakuumpumpen

- ⑤⑦ Um bei einem Wälzlager, insbesondere Notlager für magnetisch gelagerte Vakuumpumpen, mit einfachen Mitteln zu erreichen, daß sie die speziellen bei Notlagern in Turbomolekularpumpen auftretenden Betriebszustände problemlos verkraften und eine lange Lebensdauer aufweisen, wird vorgeschlagen,
- daß mindestens ein Wälzlager als ein- oder zweireihiges Kugellager ausgebildet ist, das jeweils einen einteiligen und einen zweigeteilten Laufring (10, 11) aufweist,
  - daß die Kugeln (12) aus Keramikwerkstoff und die Lauf-  
ringe (10, 11) aus einem korrosionsbeständigen hochle-  
gierten Chromstahl (z. B. X 30 CrMoN 15 (AMS 5898)) ge-  
fertigt sind,
  - daß das Lager mit einem Trockenschmierstoff versehen  
ist und/oder die Lauf-  
ringe (10, 11) eine Beschichtung auf-  
weisen,
  - und daß das Lager zwischen Innen- und Außenring beid-  
seitig mit Deckscheiben (13) aus rostfreiem Material ver-  
sehen ist, welche den zweigeteilten Laufring (11) zu einer  
Baueinheit zusammenfassen.
- Vorteilhaft sind zwischen den Keramikugeln (12) Ab-  
standskugeln mit kleinerem Durchmesser eingefügt.



DE 197 29 450 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Wälzlager nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Bei magnetisch gelagerten Vakuumpumpen, insbesondere bei Turbomolekularpumpen bestehen im Hinblick auf Drehzahl, Schmierung, Schwingungsverhalten und weitere Umgebungsbedingungen hohe Anforderungen, weshalb sie mit aufwendigen magnetischen Lagerungen versehen sind. Dabei tritt jedoch das Problem auf, daß z. B. bei Stromausfall die Magnetlagerung zusammenbricht und der sich noch drehende Rotor abgestützt werden muß, um eine Beschädigung der Vakuumpumpe zu vermeiden. Für diesen Notfall sind als Notlager Wälzlager vorgesehen, die dann die Last übertragen. Im Normalfall stehen die Wälzlager still bzw. drehen mit der Welle ohne Kontakt zum Gehäuse mit, was z. B. durch entsprechendes Spiel zwischen Rotorwelle und Innenring bewirkt wird. Wenn nun der Notfall eintritt, werden die Wälzlager schlagartig in kürzester Zeit von Drehzahl Null auf Betriebsdrehzahl beschleunigt. Die dabei auftretenden Gleitvorgänge zwischen Kugeln und Laufbahn beeinträchtigen die Lebensdauer der Lager erheblich. Die Verwendung von Schmierfetten, um die Gleitvorgänge zu verbessern, scheitert an den Umständen, daß bei Vakuumpumpen durch das entstehende Vakuum das Schmierfett "ausdünstet" und somit unwirksam wird, bzw. an der Forderung, daß das Hochvakuum nicht durch Kohlenwasserstoffe verunreinigt werden darf. Beim Einsatz in der Prozeßgastech-nik besteht noch die Gefahr, daß die Prozeßgase die Wälzlager chemisch angreifen. Wegen der engen Toleranzen des Magnetlagers ist es weiterhin erforderlich, daß die Wälzlager ebenfalls eine hohe Führungsgenauigkeit bei geringem Spiel haben.

Aus der EP 0 446 723 A1 ist ein vollkugeliges Schrägkugellager für Turbomolekularpumpen bekannt, bei dem die Kugeln aus Keramikwerkstoff gefertigt sind und das beidseitig mit Deckscheiben versehen ist. Das Lager ist mit einem Spezialfett mit einer gering flüchtigen Zusammensetzung versehen. Die Lager sind dabei jedoch als Hauptlager für mechanisch gelagerte Vakuumpumpen (also nicht magnetgelagert) ausgeführt, so daß sie keine schlagartigen Beschleunigungen erleiden. Außerdem kann in manchen Anwendungsfällen auch das Spezialfett noch zu Problemen führen.

Es ist Aufgabe der Erfindung, ein Wälzlager der eingangs genannten Art so weiterzubilden, daß sie die speziellen bei Notlagern in magnetisch gelagerten Turbomolekularpumpen auftretenden Betriebszustände problemlos verkraften und eine lange Lebensdauer erreichen.

Die Lösung dieser Aufgabe gelingt mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruchs 1 angegebenen Merkmalen. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Ansprüchen 2 bis 5 genannt. Die Kombination der zum Teil einzeln bekannten Merkmale ergibt dabei für den Anwendungsfall eine optimale Lagerung. So zeigt sich der Laufringwerkstoff im Zusammenspiel mit den Keramikkugeln in hohem Maße verschleißfest und der zweigeteilte Laufring ermöglicht ein hochgenaues Abstimmen des Lagerspiels, wobei durch die Deckscheiben eine Baueinheit erzielt wird.

Die Erfindung soll an einem Ausführungsbeispiel erläutert werden.

Fig. 1 zeigt eine Turbomolekularpumpe im Schnitt.

Fig. 2 zeigt vergrößert ein Wälzlager, das als Notlauflager Verwendung findet.

In Fig. 1 ist der Hochvakuumanschluß mit 1 und das Gehäuse mit 2 bezeichnet. Ein Elektromotor 3 treibt mit seinem Rotor 4 mehrere Rotorscheiben an, die mit entsprechenden Statorscheiben 5 zusammenwirken. Der Rotor 4 ist

in Magnetlagern 6 gelagert, die über Sensoren 7 steuerbar sind. Zusätzlich ist der Rotor 4 noch an seinem oberen und unteren Ende in Notlauflagern 8 und 9 abgestützt. Diese Notlauflager 8 und 9 sind als Wälzlager ausgebildet und stehen im Normalbetrieb still bzw. drehen auf der Welle ohne Kontakt zum Gehäuse mit, da z. B. zwischen Welle und Innenring ein geringer Spalt vorgesehen ist. Wenn nun z. B. durch Stromausfall die Magnetlager 6 ausfallen, wird dieser geringe Spalt zu Null und die Wälzlager übernehmen die Lagerung. Dadurch wird eine Beschädigung des Aggregats vermieden, da der sich noch drehende Rotor nun von den Wälzlagern abgestützt wird, bis er ausgelaufen ist, bzw. bis die Magnetlager 6 wieder aktiv werden.

Wie aus Fig. 2 ersichtlich ist, sind die Notlauflager 8 und/oder 9 als Wälzlager ausgebildet, die einen einteiligen und einen zweigeteilten Laufring aufweisen. Im dargestellten Beispiel ist der Außenring 10 einteilig und der Innenring 11 zweigeteilt, wodurch sich zum einen die Lager voll mit Kugeln 12 bestücken lassen, was eine hohe Tragzahl ergibt und zum anderen läßt sich dadurch eine hochgenaue Spieleinstellung verwirklichen, was das Lauf- und Schwingungsverhalten der Lagerung positiv beeinflusst. Dadurch, daß die Kugeln 12 aus Keramikwerkstoff und die Laufringe aus hochlegiertem Chromstahl gefertigt sind, ergibt sich eine hohe Verschleißfestigkeit gegen die schlagartige Beschleunigung, wie sie im Notlauffall auftritt. Weiterhin sind derartige Lager auch ohne jegliche Schmierung funktionsfähig. Die Keramik-kugeln ergeben zudem eine geringere Flieh-kraftbeanspruchung bei den hohen Drehzahlen. Bei der Verwendung von Trockenschmierstoff oder einer Beschichtung der Laufringe wird das Hochvakuum nicht verunreinigt und doch eine "Schmierwirkung" erzielt. Die beiderseits des Lagers angeordneten Deckscheiben 13 aus rostfreiem Material bewirken eine zusätzliche Abdichtung des Lagers und bewirken gleichzeitig einen Zusammenhalt des Lagers, das so als eine Baueinheit transportiert und eingebaut werden kann. Somit ergibt sich durch die Kombination der verschiedenen Merkmale eine optimale Notlagerung der Turbomolekularpumpe. Bei der Verwendung von Abstandskugeln, welche kleiner sind als die tragenden Kugeln aus Keramik, ergibt sich eine noch geringere Reibung, welche die Drehfähigkeit erhöht. Die Abstandskugeln können aus Metall oder einem anderen Werkstoff gefertigt sein und ggf. Schmiereigenschaften aufweisen.

## Patentansprüche

1. Wälzlager, insbesondere Notlager für magnetisch gelagerte Vakuumpumpen, wie z. B. Turbomolekularpumpen, wobei der magnetisch gelagerte Rotor von zwei getrennt voneinander jeweils auf der Rotorwelle und im Gehäuse angeordneten Wälzlagern geführt wird, wenn z. B. in Folge von Stromausfall die magnetische Lagerung ausfällt, **dadurch gekennzeichnet**,

- daß mindestens ein Wälzlager als ein- oder zweireihiges Kugellager ausgebildet ist, das jeweils einen einteiligen und einen zweigeteilten Laufring (10, 11) aufweist,

- daß die Kugeln (12) aus Keramikwerkstoff und die Laufringe (10, 11) aus einem korrosionsbeständigen hochlegierten Chromstahl (z. B. X 30 CrMoN 15 (AMS 5898)) gefertigt sind,

- und daß das Lager zwischen Innen- und Außenring beidseitig mit Deckscheiben (13) aus rostfreiem Material versehen ist, welche den zweigeteilten Laufring (11) zu einer Baueinheit zusammenfassen.

2. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet

net, daß das Kugellager vollkugelig, also ohne Käfig und ohne Einfüllnut ausgeführt ist.

3. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Lagerspiel bzw. die Lagervorspannung durch Abstimmung des zweigeteilten Laufrings (11) 5 hochgenau ausführbar ist.

4. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Lager mit einem Trockenschmierstoff versehen ist und/oder die Laufringe (10,11) eine verschleißarme Hartbeschichtung aufweisen. 10

5. Wälzlager nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen den Kugeln (12) aus Keramikwerkstoff Abstandskugeln mit kleinerem Durchmesser angeordnet sind. 15

---

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

---

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

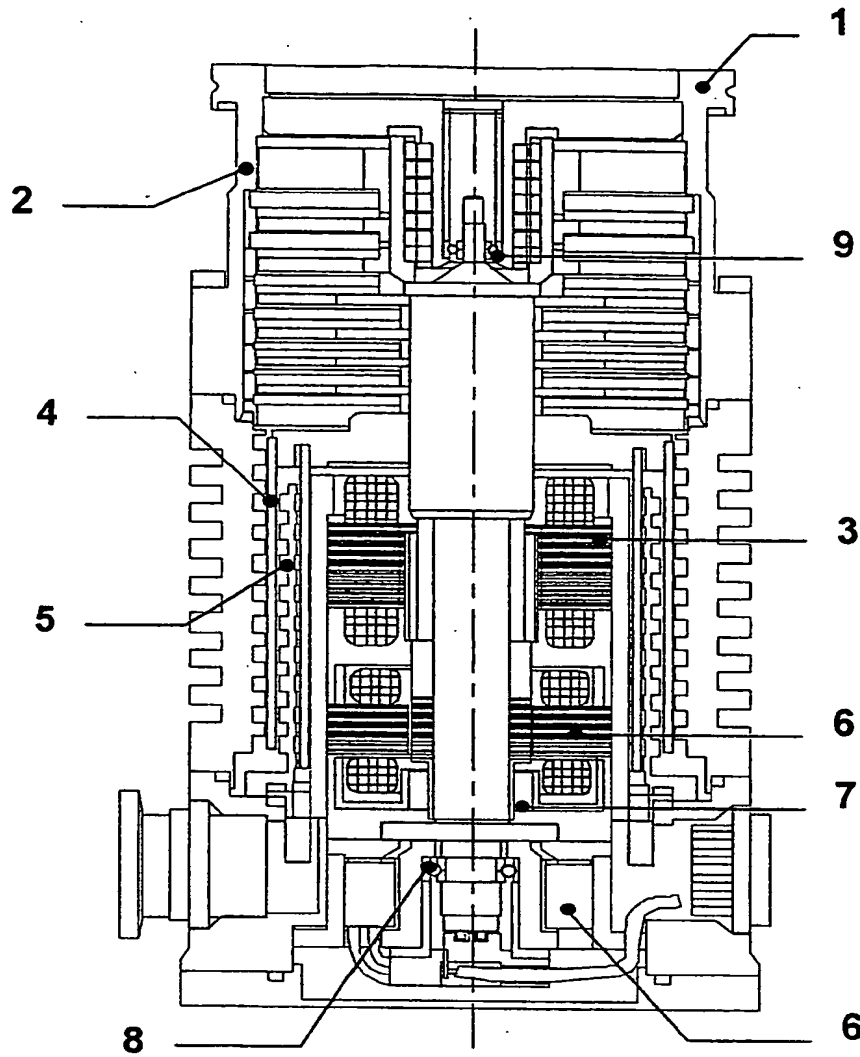


Fig. 1

Fig. 2

